

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-290331

(43)Date of publication of application : 04.10.2002

(51)Int. Cl.

H04B 10/02

H01L 31/12

H04B 10/18

H04J 14/00

H04J 14/02

H04Q 3/52

(21)Application number : 2001-392677

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 21.06.1996

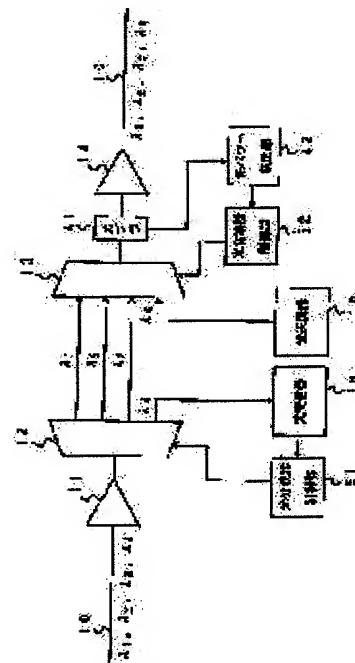
(72)Inventor : MIYAJI MASAHIDE
OSHIMA SHIGERU

(54) OPTICAL ADD DROP MULTIPLEXER NODE UNIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical ADM(add drop multiplexer) node unit that can effectively reduce the effect of noise caused by an ASE(Amplified Spontaneous Emission) of an optical amplifier.

SOLUTION: The optical ADM node provided with an optical amplifier 11 that amplifies a wavelength multiplex signal light sent via an optical transmission line 10, an optical demultiplexer 12 that demultiplexes the amplified wavelength multiplex signal into signal lights with each wavelength and demultiplexes a signal light with a specific wavelength, an optical receiver 16 that receives the demultiplexed signal light, an optical transmitter 19 that outputs the signal light with the specific wavelength, and an optical multiplexer 13 that multiplexes the signal light demultiplexed by the optical demultiplexer 12 and the signal light from the optical transmitter 19 and transmits the multiplexed light to the optical transmission line 10, includes an optical demultiplexer control section 51 that detects the received light power of the signal light received by the optical receiver 16 and controls the transmission wavelength characteristic of the optical demultiplexer means so as to maximize the optical power, with an optical power detection section 42 that detects the output power of the signal light with each wavelength outputted from the optical multiplexer 13 and controls the transmission wavelength characteristic of the optical multiplexer 13 to maximize the output power and with an optical multiplexer control section 526.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.10.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-290331

(P2002-290331A)

(43) 公開日 平成14年10月4日 (2002. 10. 4)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 4 B 10/02

H 0 1 L 31/12

F 5 F 0 8 9

H 0 1 L 31/12

H 0 4 Q 3/52

C 5 K 0 0 2

H 0 4 B 10/18

H 0 4 B 9/00

U 5 K 0 6 9

H 0 4 J 14/00

E

14/02

M

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2001-392677(P2001-392677)

(62) 分割の表示

特願平8-161785の分割

(22) 出願日

平成8年6月21日(1996. 6. 21)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 宮地 正英

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 大島 茂

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

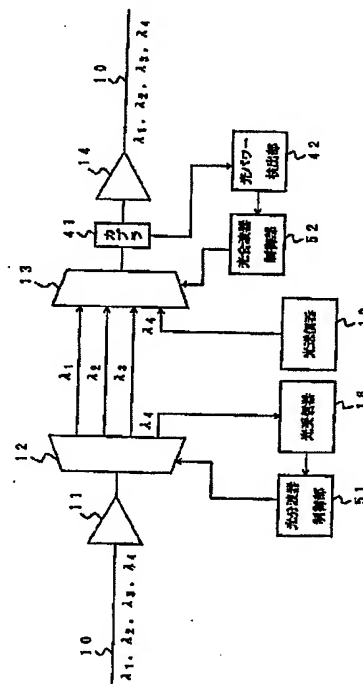
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光分岐挿入多重ノード装置

(57) 【要約】

【課題】 光増幅器の A S E に起因する雑音の影響を効果的に低減できる光 A D M ノード装置を提供する。

【解決手段】 光伝送路 10 を介して伝送されてきた波長多重信号光を増幅する光増幅器 11 と、増幅された波長多重信号を各波長の信号光に分波すると共に特定波長の信号光を分岐させる光分波器 12 と、分岐された信号光を受信する光受信器 16 と、特定波長の信号光を出力する光送信器 19 と、光分波器 12 により分波された信号光および光送信器 19 からの信号光を合波して光伝送路 10 へ送出する光合波器 13 とを有する光 A D M ノード装置において、光受信器 16 が受信する信号光の受信光パワーを検出し、この光パワーが最大となるように前記光分波手段の透過波長特性を制御する光分波器制御部 51 と、光合波器 13 から出力される各波長の信号光の出力パワーを検出し、この出力パワーが最大となるように光合波器 13 の透過波長特性を制御する光パワー検出部 42 及び光合波器制御部 526 を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光伝送路を介して伝送されてきた波長多重信号光を増幅する光増幅器と、

この光増幅器より出力される波長多重信号光を各波長の信号光に分波すると共に所望波長の信号光を分岐させる光分波手段と、

この光分波手段により分岐された所望波長の信号光を受信する光受信器と、

前記所望波長の信号光を出力する光送信器と、

前記光分波手段により分波された各波長の信号光および 10 前記光送信器から出力される信号光を合波して光伝送路へ送出する光合波手段と、

前記光受信器が受信する信号光の受信光パワーを検出し、この光パワーが最大となるように前記光分波手段の透過波長特性を制御する第1の制御手段と、

前記光合波手段から出力される各波長の信号光の出力パワーを検出し、この出力パワーが最大となるように前記光合波手段の透過波長特性を制御する第2の制御手段とを備えたことを特徴とする光分岐挿入多重ノード装置。

【請求項2】 光伝送路を介して伝送されてきた波長多重 20 信号光を増幅する光増幅器と、

この光増幅器より出力される波長多重信号光を各波長の信号光に分波すると共に所望波長の信号光を分岐させる光分波手段と、

この光分波手段により分岐された所望波長の信号光を受信する光受信器と、

前記所望波長の信号光を出力する光送信器と、

前記光分波手段により分波された各波長の信号光および 30 前記光送信器から出力される信号光を合波して光伝送路へ送出する光合波手段と、

前記光受信器が受信する信号光の受信光パワーを検出し、この光パワーが最大となるように前記光分波手段の透過波長特性を制御する第1の制御手段と、

前記光合波手段から出力される各波長の信号光の出力パワーを検出し、この出力パワーが最大となるように前記光合波手段の透過波長特性を制御する第2の制御手段と、

前記光合波手段から出力される信号光のうちの前記光送信器から出力される信号光のパワーを検出し、この光パワーが最大となるように前記光送信器から出力される信号光の波長を制御する第3の制御手段とを備えたことを特徴とする光分岐挿入多重ノード装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、波長多重 (Wavelength Division Multiplexing: WDM) 技術を用いた光分岐挿入多重 (Add-Drop Multiplexing: ADM) ノード装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、光ファイバ増幅器の進歩に伴い長 50

距離・大容量光伝送システムの研究が盛んに行われている。波長多重 (Wavelength Division Multiplexing: WDM) 伝送方式は、一チャンネル当たりの伝送容量を上げることなく波長領域で光信号を多重することにより、飛躍的に全体の伝送容量を増加でき、しかも柔軟性の高いネットワークの構築が可能であるため、長距離・大容量光伝送システムを実現するために有効な方式として大いに注目されている。

【0003】 WDM伝送方式を用いた光波ネットワークとして、特定波長の信号光の分岐・挿入を行う機能を有する光分岐挿入多重 (Add-Drop Multiplexing: ADM) が挙げられる。光ADMは、ネットワーク内のノードで電気信号が介在しないトランスパレントな光波ネットワークの実現形態の一つである。

【0004】 図11に、光ADMノードの基本構成を示す。光伝送路10を介して伝送されてきた波長多重信号光は、光増幅器11で増幅された後、光分波器12で各波長の光信号に分波される。分波された信号光のうち、ノードに割り当てられた特定波長 (λ_1) の信号光は分岐され、光受信器16で受信される。その他の波長の信号光は光合波器13で合波され、光増幅器14で増幅された後、光伝送路10に送出される。また、ノードでは分岐された信号光の波長と等しい波長 (λ_1) を有する信号光を光送信器19から出力し、光合波器13を介して光伝送路10に送出する。

【0005】 このような光ADMノードにおいては、光分波器12で分岐されるべき信号光の波長と光分波器12の透過波長特性にある程度のずれが生じることは避けられない。このような波長ずれが生じた場合には、光受信器16に光増幅器11の自然放出光 (Amplified Spontaneous Emission: ASE) の信号光と同一波長成分のみならず、他の波長成分も混入するため、ASEどうしのビート雑音が発生する。このビート雑音の影響によって、光受信器16の信号対雑音比 (Signal to Noise Ratio: SNR) が低下し、受信感度が著しく劣化する。

【0006】 また、上述した光ADMノードにおいては、波長ずれが生じた場合に光分波器12および光合波器13の透過波長特性により信号スペクトルが非対称となるため、信号波形に歪が生じる。この波形歪は、ノード数が増加するに従って僅かな波長ずれでも大きな感度劣化を引き起こす。

【0007】 さらに、上述した従来の光ADMノードにおいては、光分波器12の1つのポートからは1つの波長 λ_1 の信号光のみが出力されることが望ましいが、光分波器12の分波特性の不完全性により、他のポートにも波長 λ_1 の信号光がある程度漏れ込んでしまう。この他ポートへの信号光の漏れ込みは、光分波器12で分波された光信号が光合波器13で再び合波される場合に、コヒーレントクロストークと呼ばれる干渉性クロストークを発生させる原因となり、光伝送特性を劣化させる。

【0008】文献：IEEE Photon.Technol.Lett.,vol.6, pp657-660,1994によると、コヒーレントクロストークによる受信感度劣化Pは式(1)のように表される。

$$P = -5 \log(1 - 4Q^2 N \epsilon) \quad (1)$$

N：コヒーレントクロストークを生じさせる経路の数

ϵ ：一経路当たりのクロストーク量

Q：所定の誤り率を得るために必要なSNR（信号対雑音比）

ここで、各ノードに固有の波長をそれぞれ割り当てるような光波ネットワークを考えると、Nはおおよそ波長数（＝ノード数）の自乗に比例する。従って、波長多重信号光の波長数やノード数の増加に伴って光分波器12や光合波器13のクロストーク特性に対する要求が厳しくなるが、これらのクロストーク特性は約25dB程度であることを考慮すると、波長数が16程度では約1dBの受信感度劣化を生じてしまう。このため、波長多重信号光の波長数およびノード数の増加に従ってコヒーレントクロストークが問題となる。また、送信器19から出力される信号光の波長と光分波器12の透過波長特性にずれが生じた場合、光分波器12や光合波器13のクロストーク特性が劣化するため、コヒーレントクロストークによる伝送特性の劣化は、さらに深刻な問題となる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述したように従来の光ADMノードでは、光分波器で分岐されるべき信号光の波長と光分波器の透過波長特性にずれが生じた場合、光受信器において光増幅器のASEどうしのビート雑音の影響で受信SNRが低下し、受信感度が著しく劣化するという問題があった。

【0010】また、信号光の波長と光合分波器の透過波長特性にずれが生じた場合、信号波形に歪が生じ、受信感度を劣化させるという問題があった。

【0011】さらに、波長多重信号光の波長数やノード数の増加に伴い、光分波器の分波特性の不完全性に起因するコヒーレントクロストークによる光伝送特性の劣化という問題があり、特に信号光の波長と光分波器の透過波長特性にずれが生じた場合にその問題が顕著となっていた。

【0012】本発明の目的は、光増幅器のASEに起因する雑音の影響を効果的に低減できる光ADMノード装置を提供することにある。

【0013】本発明の他の目的は、光増幅器のASEに起因する雑音の影響を低減し、かつ信号光の波長と光合分波器の透過波長特性波長ずれに伴う信号波形の歪による伝送特性の劣化を抑圧できる光ADMノード装置を提供することにある。

【0014】本発明のさらに別の目的は、光増幅器のASEに起因する雑音の影響を低減し、かつコヒーレントクロストークによる光伝送特性の劣化を抑圧できる光ADMノード装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明に係る第1の光ADMノード装置は、光伝送路を介して伝送されてきた波長多重信号光を増幅する光増幅器と、この光増幅器より出力される波長多重信号光を各波長の信号光に分波すると共に所望波長の信号光を分岐させる光分波手段と、この光分波手段により分岐された所望波長の信号光を受信する光受信器と、所望波長の信号光を出力する光送信器と、光分波手段により分波された各波長の信号光および光送信器から出力される信号光を合波して光伝送路へ送出する光合波手段と、光受信器が受信する光信号の受信光パワーを検出し、この光パワーが最大となるように光分波手段の透過波長特性を制御する第1の制御手段と、光合波手段から出力される各波長の信号光の出力パワーを検出し、この出力パワーが最大となるように光合波手段の透過波長特性を制御する第2の制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0016】この第1の光ADMノード装置では、分岐する信号光の波長を基準として光分波器の波長特性を制御し、ノードを通過する信号光の波長を基準として光合波器の波長特性を制御している。従って、光分波器および光合波器の透過波長特性と信号光の波長とを常に一致した状態に保持でき、波長ずれによるコヒーレントクロストークの増大および信号波形の歪や、ASEどうしのビート雑音の増加が抑圧される。

【0017】本発明に係る第2の光ADM装置は、光伝送路を介して伝送されてきた波長多重信号光を増幅する光増幅器と、この光増幅器より出力される波長多重信号光を各波長の信号光に分波すると共に所望波長の信号光を分岐させる光分波手段と、この光分波手段により分岐された所望波長の信号光を受信する光受信器と、所望波長の信号光を出力する光送信器と、光分波手段により分波された各波長の信号光および光送信器から出力される信号光を合波して光伝送路へ送出する光合波手段と、光受信器が受信する信号光の受信光パワーを検出し、この光パワーが最大となるように光分波手段の透過波長特性を制御する第1の制御手段と、光合波手段から出力される各波長の信号光の出力パワーを検出し、この出力パワーが最大となるように光合波手段の透過波長特性を制御する第2の制御手段と、光合波手段から出力される信号光のうちの光送信器から出力される信号光のパワーを検出し、この光パワーが最大となるように光送信器から出力される信号光の波長を制御する第3の制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0018】この第2の光ADMノード装置では、第1の光ADMノード装置の構成に加えて、さらにノードを通過する信号光の波長を基準に安定化された光分波器を基準として、挿入する信号光の波長を制御を行う。従って、分岐した波長と同一の波長を有する信号光を挿入できるので、他の光ADMノードにおいてコヒーレントク

ロストークを増加させることのない良好な光伝送特性が得られる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基いて説明する。

【0020】（第1の実施形態）図1に、本発明の第1の実施形態に係る光ADMノード装置の構成を示す。図1において光伝送路10は光ファイバ伝送路であり、この光伝送路10を介して伝送されてきた波長多重信号光（波長 λ_1 , ..., λ_i ）は、まず光増幅器11で増幅される。光増幅器11から出力される波長多重信号光は、光分波器12で各波長 λ_1 , ..., λ_i の信号光に分波される。

【0021】光分波器12で分波された各波長 λ_1 , ..., λ_i の信号光のうち、ノードに割り当てられた特定波長 λ_j の信号光は分岐され、光フィルタ18を介して光受信器16に入力される。分岐されなかった信号光および光送信器19からの信号光（波長 λ_i ）は光合波器13で合波され、光増幅器14で増幅された後、光伝送路10に送出される。

【0022】光受信器16の受信光信号の一部は、SNR検出部17に入力される。SNR検出部17では、受信光信号の信号対雑音比（Signal to Noise Ratio: SNR）を検出し、その受信SNRに応じた信号を制御部18に出力する。制御部18では、SNR検出部17で検出された受信SNRが最大となるように光フィルタ15の透過波長特性、具体的には透過中心波長を制御する。

【0023】図2に、光分波器12で分岐された信号光の波長（ λ_i ）と光分波器12の透過波長特性との間にずれが生じた場合の光受信器16に入力される光スペクトルを示す。図2（a）は光フィルタ15がない場合、図2（b）は光フィルタ15の透過中心波長を送信光の波長に一致させた場合、図2（c）は本実施形態のみうせにより受信SNRが最大となるように光フィルタ15の透過中心波長を制御した場合をそれぞれ示す。これらから、光フィルタ15により光増幅器11のASE雑音が低減されていることが分かる。すなわち、光フィルタ15は光増幅器11のASE雑音のうち、光分波器12で分岐されかつ光受信器16で受信される波長 λ_j の信号光の波長成分のみを透過させるので、それ以外の波長成分のASE雑音は光受信器16に入力されない。

【0024】図3に、種々の場合における光受信器16での平均受信光パワーに対する誤り率特性を示す。図3の（a）～（c）はそれぞれ図2の（a）～（c）に対応しており、（d）は波長ずれがない場合を示す。この図から明らかなように、光フィルタ15を受信SNRが最大となるように制御した場合には、光分波器12で分岐される信号光の波長と光分波器12の透過波長特性との間の波長ずれによる受信感度劣化を最小限に抑圧できることが分かる。

【0025】このように本実施形態の光ADMノード装置では、光分波器12で分岐した特定波長の信号光を光フィルタ15を介して光受信器16で受信するようにし、その受信SNRが最大となるように光フィルタ15の透過波長特性を制御することによって、光受信器16におけるASE雑音どうしのビート雑音を低減し、分岐した光信号の波長と光分波器12の透過波長特性との波長ずれによる受信感度劣化を最小限に抑圧することができる。

【0026】尚、本実施形態においては、光分波器12と光合波器13を用いて特定波長の信号光の分岐・挿入を行ったが、音響光学フィルタや光ラティス型フィルタなどのように、特定波長の信号光のみ分岐・挿入し、他の波長の信号光は透過させることが可能な光回路を用いてもよい。

【0027】（第2の実施形態）図4に、本発明の第2の実施形態に係る光ADMノード装置の構成を示す。図1と同一部分に同一参照符号を付して、相違点を中心に説明する。

【0028】光伝送路10を介して伝送されてきた波長多重信号光を増幅する光増幅器11の出力は、光学共振器21を介して光分波器12に入力される。光学共振器21は、図1における光フィルタ15に代えて用いられる光フィルタであり、例えばファイバーファブリペロー共振器やリング共振器などにより構成される。また、光学共振器21のフリースペクトルレンジは波長多重信号光の波長間隔に一致している。

【0029】そして、光受信器16の受信SNRを検出するSNR検出部17からの出力信号は光学共振器制御部22に入力され、光学共振器制御部22は受信SNRが最大となるように光学共振器21の透過波長特性を制御する。

【0030】本実施形態においても、第1の実施形態と同様に光分波器12で光受信器16側に分岐される信号光の受信SNRが最大となるように光学共振器21の透過波長特性を制御することによって、光受信器16におけるASE雑音どうしのビート雑音を低減し、分岐した光信号の波長と光分波器12の透過波長特性との波長ずれによる受信感度劣化を最小限に抑圧することができる。

【0031】尚、本実施形態においても、第1の実施形態と同様に、光分波器12と光合波器13を用いて特定波長の信号光の分岐・挿入を行う代わりに、音響光学フィルタや光ラティス型フィルタなどのように、特定波長の信号光のみ分岐・挿入し、他の波長の信号光は透過させることが可能な光回路を用いてもよい。

【0032】（第3の実施形態）図5に、本発明の第3の実施形態に係る光ADMノード装置の構成を示す。図1と同一部分に同一参照符号を付して、相違点を中心に説明する。

10

20

30

40

50

【0033】光分波器12で分波された各波長の信号光 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ は、それぞれ光経路31-1, 31-2, 31-3, 31-4に送出される。波長 λ_4 の信号光は光経路31-4を通して分岐され、残りの波長 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ の信号光は光経路31-1, 31-2, 31-3にそれぞれ挿入された光フィルタ32-1, 32-2, 32-3を介して光合波器13で合波される。

【0034】光フィルタ32-1, 32-2, 32-3は、その透過中心波長が信号光の波長 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ にそれぞれ一致、すなわち同調している。従って、例えば光経路31-1に漏れ込む波長 $\lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ の信号光成分は、光増幅器11のASE雑音と共に光フィルタ32-1で抑圧される。同様に、光経路31-2に漏れ込む波長 $\lambda_1, \lambda_3, \lambda_4$ の信号光成分は、光増幅器11のASE雑音と共に光フィルタ32-2で抑圧され、さらに光経路31-3に漏れ込む波長 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_4$ の信号光成分は光増幅器11のASE雑音と共に光フィルタ32-3で抑圧される。

【0035】この結果、光合波器13で合波したときのコヒーレントクロストークおよびASE雑音を低減できる。特に、所望の波長から離れた波長の信号光成分に対して抑圧効果が大いいため、コヒーレントクロストークを生じさせる光経路の数を大幅に低減できる。

【0036】このように本実施形態においては、波長多重信号光を光分波器12で分波した後、それぞれの波長に同調させた光フィルタ32-1, 32-2, 32-3を介して光合波器13で合波することにより、波長数やノード数が増大してもコヒーレントクロストークおよび光増幅器のASE雑音を低減でき、良好な光伝送特性を達成できる。

【0037】(第4の実施形態)図6に、本発明の第4の実施形態に係る光ADMノード装置の構成を示す。図5と同一部分に同一参照符号を付して、相違点を中心に説明する。

【0038】本実施形態では、光合波器13の出力側に光カプラ41が設けられ、この光カプラ41によって光合波器13の出力光の一部が取り出されてパワー検出部42に入力される。パワー検出部42は各波長の信号光のパワーを検出し、検出した光パワーに応じた信号を光フィルタ制御部43に出力する。

【0039】光フィルタ制御部43は、各波長の光パワーが最大となるように、光経路31-1, 31-2, 31-3, 31-4にそれぞれ挿入された光フィルタ32-1, 32-2, 32-3の透過波長特性を制御する。

【0040】光分波器12および光合波器13の透過波長特性と信号光の波長との間にずれが生じるとクロストーク特性が劣化するが、各光フィルタ32-1, 32-2, 32-3が信号光の波長と同調しており、所望の信号光以外の波長成分を抑圧しているので、良好なクロス

トーク特性を保持することが可能である。

【0041】また、図7に光フィルタ32-1, 32-2, 32-3を挿入したときのノードにおける波長ずれが低減される割合を示す。横軸は、光フィルタ32-1, 32-2, 32-3の透過帯域幅(f_2)と光分波器12もしくは光合波器13の透過帯域幅(f_1)の比 $m (= f_2 / f_1)$ を示す。縦軸は、光フィルタ32-1, 32-2, 32-3を挿入したと気の波長ずれ量($\Delta\lambda_2$)と挿入しないと気の波長ずれ量($\Delta\lambda_1$)の比 $\Delta\lambda (= \Delta\lambda_2 / \Delta\lambda_1)$ を示す。なお、光フィルタ32-1, 32-2, 32-3としてはガウス型フィルタを仮定した。

【0042】図7より、光フィルタ32-1, 32-2, 32-3を挿入することで、波長ずれ量は $m=1$ の場合で半分に低減され、また $m=0.5$ の場合には5分の1に低減されることが分かる。

【0043】このように本実施形態においては、光分波器12と光合波器13との間に挿入した各光フィルタ32-1, 32-2, 32-3が常に信号光の各波長と同調しているため、光分波器12および光合波器13の透過波長特性と信号光の波長との間にずれが生じても、光増幅器11のASE雑音を低減し、かつコヒーレントクロストークおよび信号波形の歪による伝送特性劣化を抑圧できる。

【0044】(第5の実施形態)図8に、本発明の第5の実施形態に係る光ADMノード装置の構成を示す。図6と同一部分に同一参照符号を付して、相違点を中心に説明する。

【0045】本実施形態では、光カプラ41によって光合波器13から出力される信号光の位置部が取り出されて波長ずれ検出部45に入力される。波長ずれ検出部45では、信号光の波長と光分波器12および光合波器13の透過中心波長とのずれを検出し、検出したずれ量に応じた信号を光フィルタ制御部44に出力する。

【0046】光フィルタ制御部44は、光フィルタ32-1, 32-2, 32-3がガウス型フィルタの場合、式(2)に従って光経路31-1, 31-2, 31-3にそれぞれ挿入された光フィルタ32-1, 32-2, 32-3の透過中心波長を制御する。

$$\text{【0047】} \quad b = -2m^2 a \quad (2)$$

a : 信号光の波長と光分波器12および光合波器13の透過中心波長とのずれ

m : 光分波器12および光合波器13の帯域幅と光フィルタ32-1, 32-2, 32-3の帯域幅の比

b : 光フィルタ32-1, 32-2, 32-3の透過中心波長の信号光波長からの制御量

このように本実施形態においては、光分波器12と光合波器13との間に挿入された光フィルタ32-1, 32-2, 32-3が、光分波器12および光合波器13の

透過中心波長と信号光の波長と波長ずれを常に相殺させるため、波長ずれが生じて、光増幅器11のASE雑音をより効果的に低減し、かつ信号波形の歪による伝送特性劣化を抑圧することができる。

【0048】(第6の実施形態)図9に、本発明の第6の実施形態に係る光ADMノード装置の構成を示す。図1と同一部分に同一参照符号を付して、相違点を中心に説明する。

【0049】光分波器12で分波された信号光のうち波長 λ_1 の信号光は分岐され、光受信器16で受信される。光受信器16は、受信した信号光の光パワーに応じた信号を光分波器制御部51に出力する。光分波器制御部51は、受信光パワーが最大となるように光分波器12の透過波長特性を制御する。

【0050】また、光合波器13の出力光の一部は、第4の実施形態と同様に光カプラ41を介してパワー検出部42に入力される。パワー検出部42では、ノードを透過してきた波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 の信号光の光パワーを検出し、検出した光パワーに応じた信号を光合波器制御部52に出力する。光合波器制御部52では、光合波器13の出力光の各波長の信号光パワーが最大となるように光合波器13の透過波長特性を制御する。

【0051】本実施形態においては、光分波器12および光合波器13の透過波長特性を信号光の波長を基準として制御しているので、信号光の波長と光分波器12および光合波器13の透過波長特性との波長ずれに伴うASEどうしのビート雑音による光受信器16での受信感度劣化や、コヒーレントクロストークの増加および信号波形の歪を抑圧することができる。

【0052】(第7の実施形態)図10に、本発明の第7の実施形態に係る光ADMノード装置の構成を示す。図7と同一部分に同一参照符号を付して、相違点を中心に説明する。

【0053】パワー検出部42では、ノードを通過してきた波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 の信号光の光パワーを検出し、検出した光パワーに応じた信号を光合波器制御部52に出力する。さらに、パワー検出部42は挿入された波長 λ_4 の信号光の光パワーを検出し、検出した光パワーに応じた信号を光送信器19に出力する。光送信器19では、パワー検出部42からの信号に基づいて、光合波器13を透過する光パワーが最大なるように送信波長を制御される。

【0054】本実施形態においては、ノードを通過してきた波長を基準として光合波器13の透過波長特性を安定化させ、さらに光合波器13の透過波長特性を用いて、光送信器19によって挿入される信号光の波長を制御している。従って、分岐した波長と正確に同一の波長を有する信号光を挿入できるので、他の光ADMノードにおいてコヒーレントクロストークを増加させることのない良好な光伝送特性を達成できる。

【0055】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば光増幅器のASEに起因する雑音の影響を効果的に低減でき、さらにはコヒーレントクロストークによる光伝送特性の劣化を抑圧することができる。

【0056】すなわち、本発明に係る第1の光ADMノード装置では、分岐する信号光の波長を基準として光分波器の波長特性を制御し、ノードを通過する信号光の波長を基準として光合波器の波長特性を制御しているので、光分波器および光合波器の透過波長特性と信号光の波長とを常に一致した状態に保持でき、波長ずれによるコヒーレントクロストークの増大および信号波形の歪や、ASEどうしのビート雑音の増加を抑圧することができる。

【0057】本発明に係る第2の光ADM装置では、さらにノードを通過する信号光の波長を基準に安定化された光分波器を基準として、挿入する信号光の波長を制御を行うことにより、分岐した波長と同一の波長を有する信号光を挿入できるので、他の光ADMノードにおいてコヒーレントクロストークを増加させることのない良好な光伝送特性を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係る光ADMノードの構成を示す図

【図2】種々の光ADMノードにおいて分岐される信号光の光受信器入力光スペクトルを示す図

【図3】種々の光ADMノードにおいて分岐される信号光の誤り率特性を示す図

【図4】第2の実施形態に係る光ADMノードの構成を示す図

【図5】第3の実施形態に係る光ADMノードの構成を示す図

【図6】第4の実施形態に係る光ADMノードの構成を示す図

【図7】光フィルタの挿入により波長ずれが低減される割合を示す図

【図8】第5の実施形態に係る光ADMノードの構成を示す図

【図9】第6の実施形態に係る光ADMノードの構成を示す図

【図10】第7の実施形態に係る光ADMノードの構成を示す図

【図11】光ADMノードの基本構成を示す図

【符号の説明】

10…光伝送路

11…光増幅器

12…光分波器

13…光合波器

14…光増幅器

16…光受信器

17...SNR検出部

18...光フィルタ制御部

19...光送信器

21...光学共振器

22...光学共振器制御部

31-1~31-4...光経路

32-1~32-3...光フィルタ

* 41...光カプラ

42...光パワー検出部

43...光フィルタ制御部

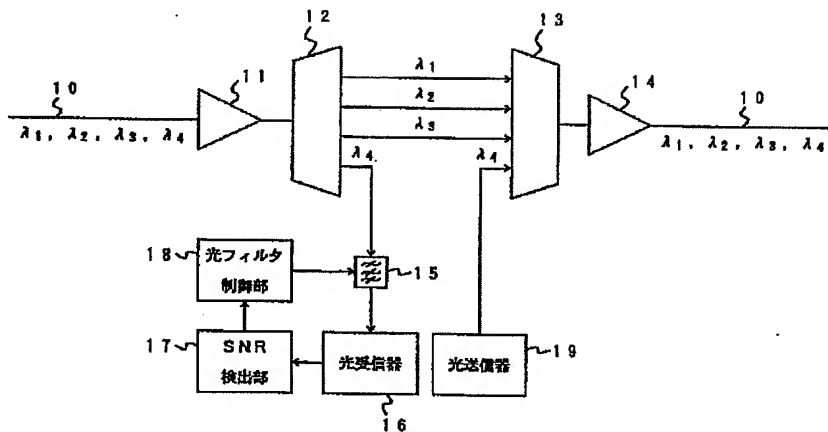
44...光フィルタ制御部

45...波長ずれ検出部

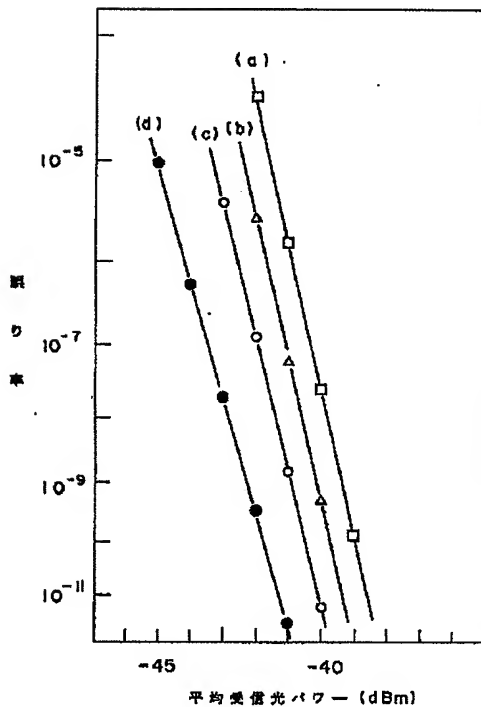
51...光分波器制御部

* 52...光合波器制御部

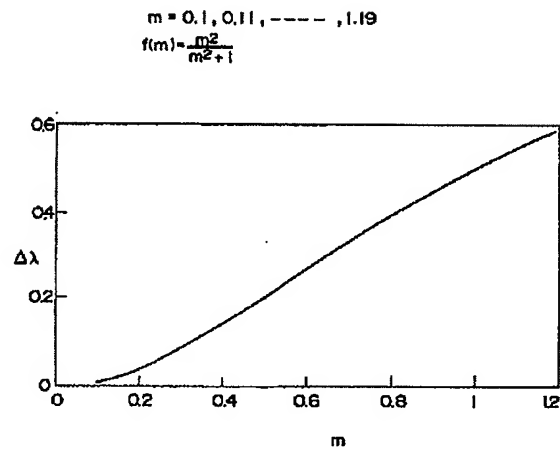
【図1】



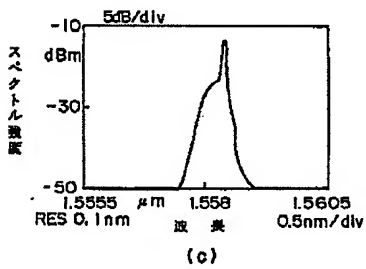
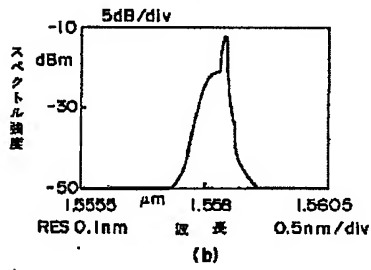
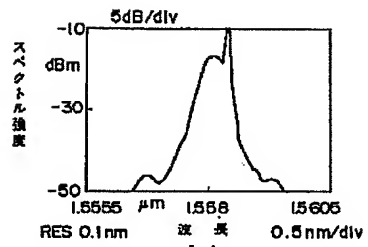
【図3】



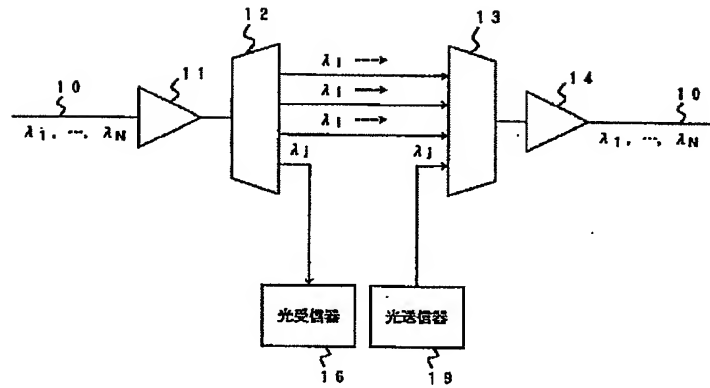
【図7】



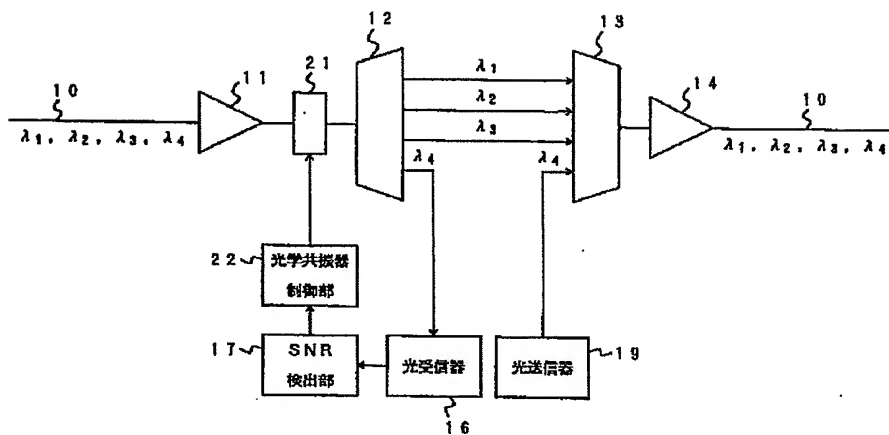
【図2】



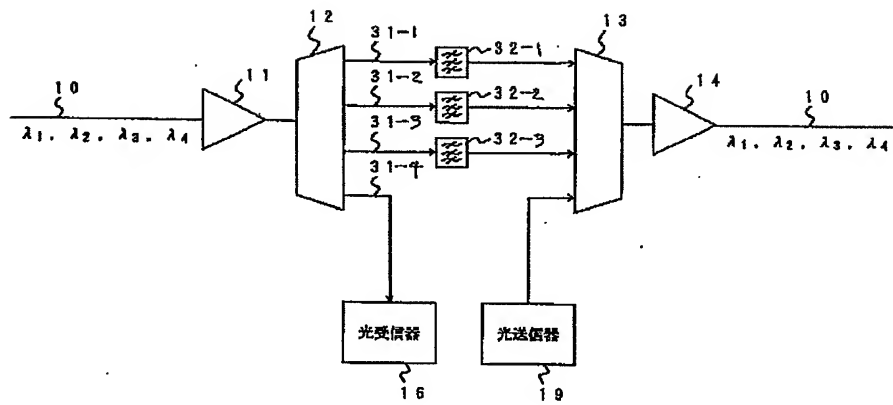
【図11】



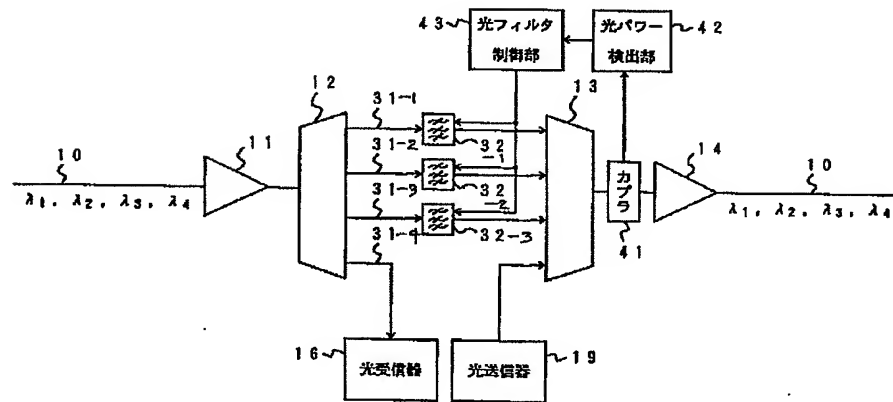
【図4】



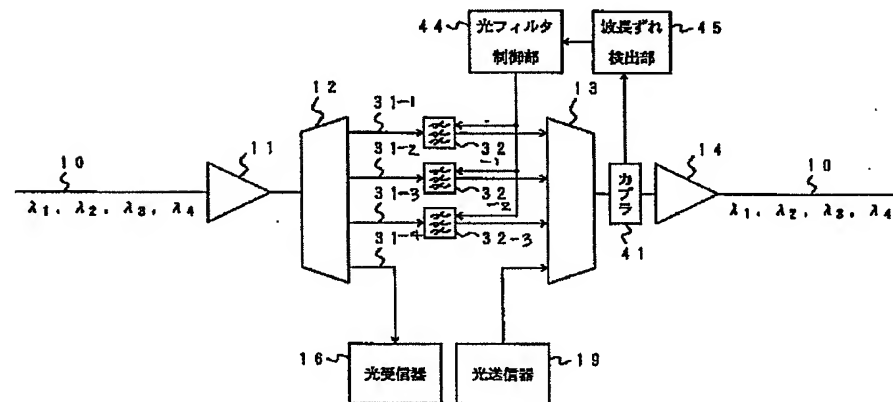
【図5】



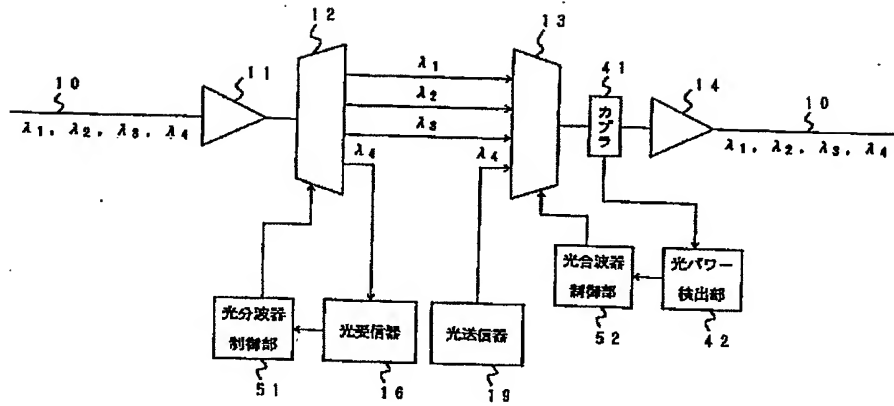
【図6】



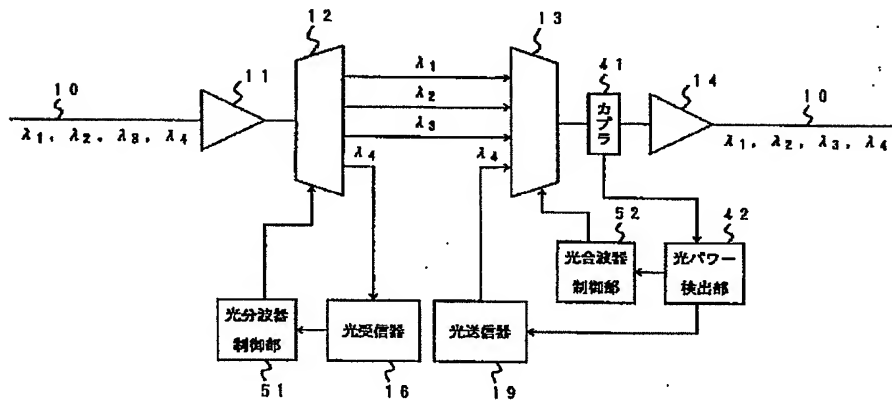
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

H04Q 3/52

識別記号

F I

ターマコード (参考)

Fターム(参考) 5F089 AA01 AB03 AB17 CA17 CA21
5K002 AA06 AA07 BA05 CA02 CA08
CA13 DA02 FA01
5K069 AA01 BA09 CB10 DB33 EA24
EA28